

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-077696

(43)Date of publication of application : 21.04.1986

(51)Int.Cl.

C30B 25/14
// H01L 21/205

(21)Application number : 59-200217 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 25.09.1984 (72)Inventor : HINO ISAO

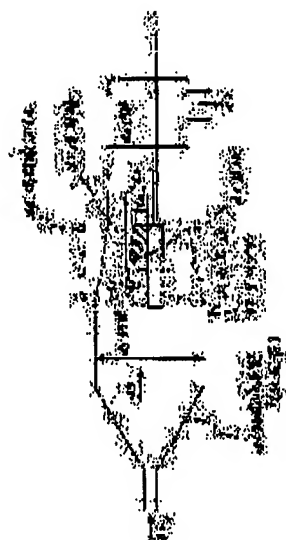
(54) VAPOR GROWTH DEVICE OF CRYSTAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To permit growth of uniform semiconductor crystal layer on a substrate having large area in a device for achieving vapor phase crystal growth on a substrate arranged parallelly in a reaction tube with its surface almost parallel to the flow of raw material gas by reducing the section area of the passage of the gas in the reaction tube gradually from the upstream side toward downstream side in the crystal growth zone.

CONSTITUTION: An example applied to the growth of GaAs semiconductor crystal is given in the drawing. A GaAs substrate 43 is placed on a susceptor 42 and heated with high frequency 44.

Raw material gas is introduced into the reaction tube 41 together with carrier gas H₂. Since the inside dia. dF is larger than the inside dia. dR, the flow rate of the gas is higher at the downstream side than the flow rate at the upstream side. Accordingly, the boundary layer of the flow becomes smaller at the downstream side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭61-77696

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)4月21日

C 30 B 25/14
H 01 L 21/2058618-4G
7739-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 気相結晶成長装置

⑯ 特 願 昭59-200217

⑰ 出 願 昭59(1984)9月25日

⑱ 発 明 者 日 野 功 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

気相結晶成長装置

2. 特許請求の範囲

反応管内に気相原料を流してその流れと表面がほぼ平行になるように配置した基板に結晶成長を行なり気相結晶成長装置において、結晶成長を行なり領域で、気体の流れの上流から下流に向かって反応管内部の気体の流れる部分の断面積を徐々に小さくしたことを特徴とする気相結晶成長装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体エピタキシャル膜を成長させる半導体結晶気相成長装置に関する。

(従来技術とその問題点)

半導体の結晶成長法の一つとして気相成長法が

ある。これは気体状の原料を結晶成長室に送りこんで気相原料から半導体結晶を成長させるものである。特に有機金属原料の熱分解反応を利用した気相成長法(MO-CVD)は、高品質の結晶成長を広い応用範囲を以て行なうことができ、かつ生産性に優れた方法として注目されている。第7図は、従来MO-CVDで用いられている結晶成長室の構造の一例である〔例えば、ジャーナル・オブ・クリスタル・グロウズ(J. Crystal Growth) 31(1975)172〕。結晶成長室11は、反応管とも呼ばれ、石英によりつくられており内径d₁の円筒形状を有している。図は円筒の軸を含む断面図で示してある。従来技術による成長法についてGaAsの成長を例にとって記述する。GaAs基板13をグラファイト製サセプタ12の上にかき、高周波コイル14によって加熱する。成長に供される原料気体トリメチルガリウム(TMGa)およびアルシン(AsH₃)は、キャリアガスである水素(H₂)とともに矢印17のように反応管11に導入される。反応終了後の副ガスは矢印18のよう

特開昭61- 77696 (2)

に反応管11よりとり除かれる。原料気体は反応管の内部を矢印19のように流れる。原料気体はサブタ12および基板13の表面近くで境界層16を形成する。この境界層16は、境界15に於いて一様な気体流と接しており、成長のために気体原料分子は、境界層16の外部から境界層内に入り、矢印20のように境界層16の内部を拡散して基板13の表面に達して結晶膜成長のために消費される。

MO-CVD法は、1回で大面積の基板上に成長できるのがその特長の一つであるが、従来法では基板が大きくなると、膜の均一性が劣化してしまう。第8図は、第7図に示した従来法で成長したG₁A₁層の膜厚の場所依存性を示したものである。横軸は、基板上最も気体流の上流を基準として流れの方向にその距離をとり、縦軸は成長膜厚を示す。図のように基板が大きくなると流れの下流側膜厚が減少する。つまり下流側成長速度が遅い。このように従来法によると、MO-CVD法により半導体結晶を成長した場合、基板が大きくなると、

膜の均一性が劣化するという欠点を有する。

(発明の目的)

本発明は、このような従来の欠点を除去し、大面積の基板上に均一性のよい半導体結晶膜を成長させることを可能とした気相結晶成長装置を提供することにある。

(発明の構成)

本発明は、反応管内に気相原料を流してその流れと表面がほぼ平行になるように配置した基板上に結晶成長を行なう気相結晶成長装置において、結晶成長を行なう領域で、気体の流れの上流から下流に向かって反応管内部の気体の流れる部分の断面積を徐々に小さくしたことを特徴とする。反応管内部の気体の流れる部分の断面積を小さくするには、反応管自体の断面積を小さくしてもよいし、あるいは反応管内に他の断面積を小さくする部材を設置する方法によってもよい。

(発明の作用・原理)

本発明は上述の構成をとることにより、従来技術の問題点を解決した。

以下に本発明の作用、原理について説明する。第2図は、気体の流速と境界層の厚さの関係について示したものである。基板31上を気体が流速 v_1 ($i=1,2$)で流れているとき、基板上に厚さ x_i ($i=1,2$)の境界層32が形成される。第3図(a),(b)はそれぞれ $v_1 = v_2$ 、 $v_1 = v_2$ ($v_1 > v_2$)の場合を示す。図で示されるように、気体流速の大きい方の境界層の厚さ x_i は小さくなる。また第3図には、他の条件を一定とした時気体流速とG₁A₁の成長速度の関係の一例を示す。横軸は流速、縦軸は成長速度である。流速は cm/s で、成長速度は $\mu m/s$ で示す。流速が大きくなる程、成長速度が大きくなることが示される。これは、次のように説明される。第2図に示したように流速の大きい程境界層の厚さが薄くなり、供給原料が境界層を拡散して基板表面に達する迄の時間が短くなり、このために膜の成長速度が大きくなる。従ってこれまで述べたことから、MO-CVD法において成長速度を制御するには、気体流速を制御して境界層の厚さを制御すればよいこ

とがわかる。

ところで、従来法で、下流ほど成長速度が遅くなる原因は、下流に行くに従って原料が枯渇するためと考えられる。枯渇の機構はまだ明確でないが、膜成長のためや、気体分子の相互反応により成分が消費されるためと考えられる。しかし、いずれにしても下流に向かって成長速度の減少する分を補償するようにすれば、膜厚の均一性を向上させることができる。そこで、これまでの考察にもとづき、下流に向かって流速を増し、境界層の厚さが薄くなるようにすれば、膜厚の均一性が向上するという結論を得た。反応管内に一定量の気体を流し、流速を反応管の場所により変化させるには、反応管の断面積を変えればよい。つまり、断面積を小さくすれば、流速が増し、逆に断面積を大きくすれば流速は減少する。そこで、下流に向かって反応管の断面積を小さくすれば、下流ほど流速が増して境界層が薄くなり、下流で気体原料の枯渇による成長速度の減少が補償され、均一性の向上した半導体成長膜が得られる。実際に得

られた効果については次の実施例により説明する。
(実施例)

以下本発明の実施例について図面を利用して詳細に説明する。第1図は本発明の第1の実施例を示す図である。結晶成長室となる反応管41は石英でつくられており、断面は円形で上流側の内径が d_r 、下流側の内径が d_s ($d_r > d_s$) となっている。そして、基板43が置かれている部分では、内径が d_r から d_s へ徐々に減少している。第1図は円筒状反応管の軸を含む断面図を示す。第1の実施例をGaAsの成長に適用した例を示す。GaAs基板43をグラファイト製サセプタ42の上におき、高周波コイル44で加熱する。原料気体となるTMGaおよびAsH₃は、キャリアガスH₂とともに矢印46の如く反応管41に導入される。反応管41に導入された原料気体は矢印48の如く反応管内部を流れ、結晶成長に供されたのち、矢印47の如く外部に棄てられる。サセプタ42および基板43の表面近くで形成される境界層45の中を矢印49の如く、気体原料分子は拡

散されている。第2の実施例をGaAsの成長に適用した例を説明する。GaAs基板63をグラファイト製サセプタ62の上におき、高周波コイル64で加熱する。原料気体となるTMGaおよびAsH₃は、キャリアガスH₂とともに矢印66の如く反応管61に導入され、矢印68の如く反応管内部を流れ、結晶成長に供されたのち、矢印67の如く外部に棄てられる。気体原料分子は、境界層65の中を矢印69の如く拡散して基板63の表面に達して結晶膜成長のために消費される。本実施例では、厚みが上流から下流に向かって厚くなっている石英部材70が反応管61の内部にあり、そのため、反応管内部の気体の流れる部分の断面積が上流から下流に向かって小さくなっている。このため下流側流速が大きく、境界層65の厚さが、上流で x_r 、下流で x_s ($x_r > x_s$) となり下流側薄くなる。そのため、再び「発明の作用・原理」の項で説明した効果により下流における成長速度の低下が緩和され、膜厚の均一性の大幅な改善がみられた。膜厚の均一性は反応管61の中

特開昭61- 77896(3)

散して基板43の表面に達して結晶膜成長のために消費される。本実施例では、サセプタ42の上流における反応管41の内径 d_r が下流における内径 d_s よりも大きくなっているため、下流側流速が大きく、境界層が薄くなる（上流では厚さが x_r 、下流では x_s ； $x_r > x_s$ ）。第4図は第1図に示した方法で成長したGaAs層の膜厚の場所依存性を示したものである。横軸は基板上最も気体流の上流を基準として流れの方向にその距離をとり、縦軸は成長膜厚を示す。「発明の作用・原理」の項で説明した効果により下流における成長速度の低下が緩和され、膜厚の均一性の大幅な改善がみられた。

第5図に本発明の第2の実施例を示す。この場合には石英製反応管61の内径は成長反応の起る領域で気体流の上流から下流まで一定となっている。断面形状はほぼ矩形となっている。第5図は、反応管の縦断面図を示す。成長反応の起こる領域には、くさび形をしており、その厚みが下流ほど厚くなる石英製の部材70が反応管61の内部に

に設置する石英製部材70の形状に強く依存する。実験データにもとづいて最適化した形状のものを用いて成長したGaAsの膜厚の場所依存性を示したものが第6図である。横軸は基板上最も気体流の上流を基準としてとった流れの方向の距離を x であらわし、縦軸は成長膜厚を y で表わした。この図から広い領域にわたって膜厚が均一となっていることがわかる。

なお、上記実施例ではGaAsの成長の場合について詳述したが、本発明は、他の半導体InP、AlGaAs、AlGaInP、GaInPAs、ZnSeS、CdHgTe等にも適用できることはいうまでもない。
(発明の効果)

本発明を適用することにより、大面積の基板上に均一性のよい半導体結晶膜を成長させることを可能とした気相結晶成長装置の提供が実現できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の縦断面図、第2図(a)、(b)は本発明の原理、作用を説明するため

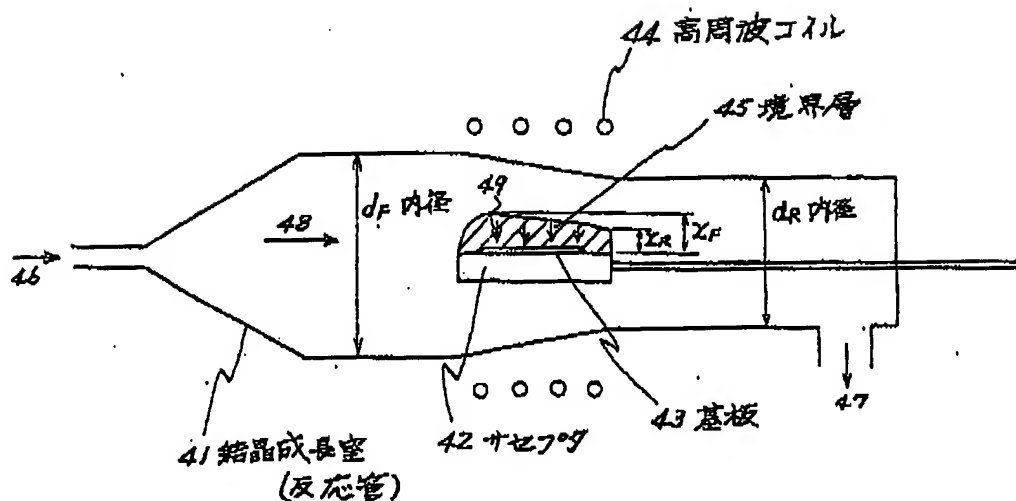
特開昭61- 77696 (4)

の図、第3図は気体流速と膜成長速度の関係を示すグラフ、第4図は第1図に示した第1の実施例にかけるGaN層の膜厚の場所依存性を示すグラフ、第5図は本発明の第2の実施例を示す横断面図、第6図は第5図の第2実施例にかけるGaN層の膜厚の場所依存性を示すグラフ、第7図は従来の有機金属気相成長装置の縦断面図、第8図は第7図の従来装置で成長したGaN層の膜厚の場所依存性を示すグラフである。41, 61 ……反応管、42, 62 ……サセプタ、43, 63 ……基板、44, 64 ……高周波コイル、45, 65 ……境界層、70 ……石英部材。

代理人 井原士

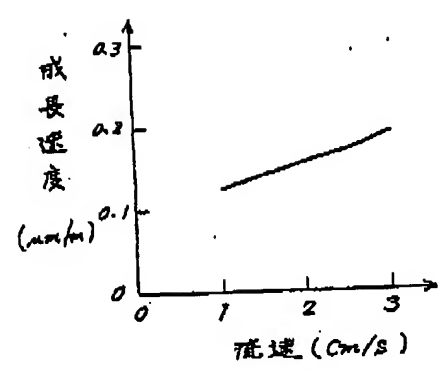
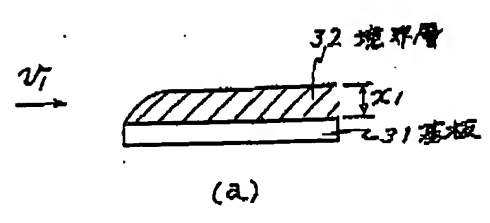
内 原

管

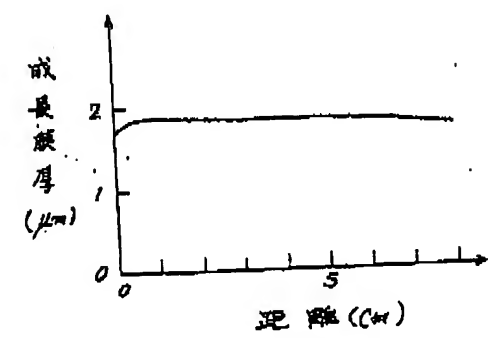
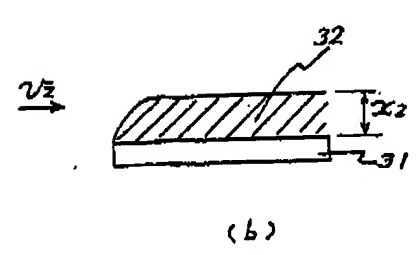


第 1 図

特開昭61- 77696 (B)

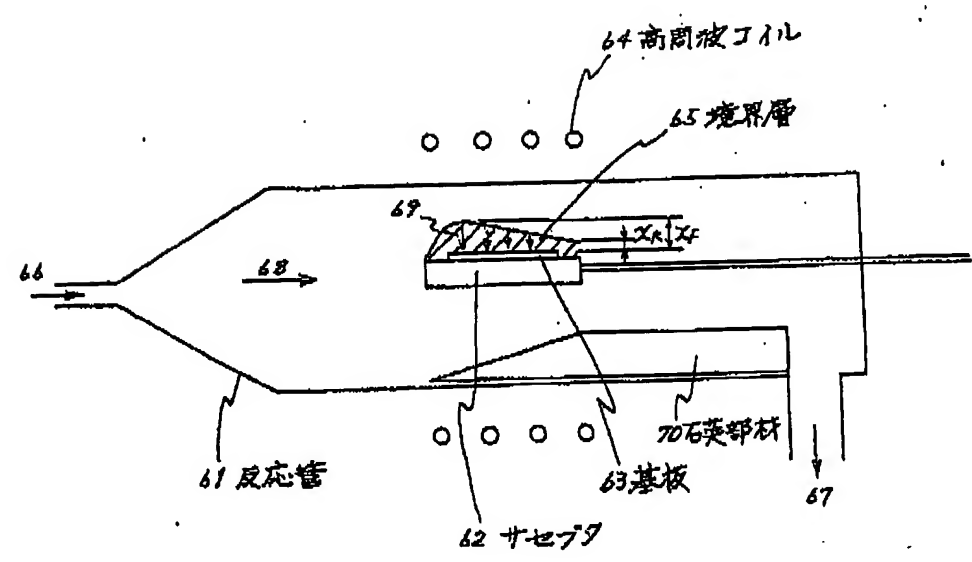


第 3 圖



第 4 圖

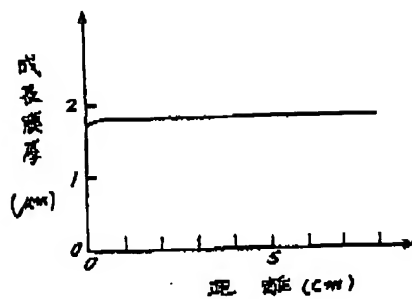
第 2 圖



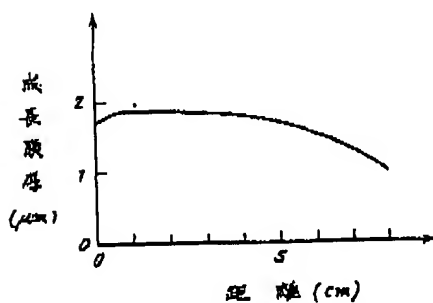
第 5 圖

BEST AVAILABLE COPY

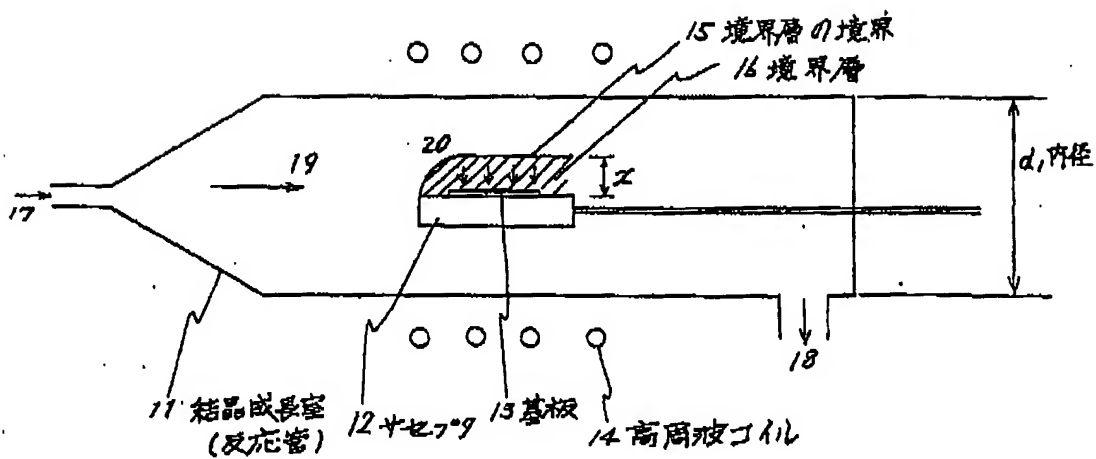
特開昭61- 77696 (6)



第 6 図



第 8 図



第 7 図

BEST AVAILABLE COPY